

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra geotechniky a podzemního stavitelství

Bakalářská práce

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra geotechniky a podzemního stavitelství

Návrh technologie ražení spojovací chodby v historickém

Dolu Jeroným

A Driving Technology Design of a Passage Corridor in Conditions of
the Historic Mine Jeronym

Student:

Jaroslav Zdvořák

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. Kořínek Robert, CSc.

Ostrava – 2011

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne

.....

podpis studenta

Anotace:

V dnešní uspěchané době je nutné ohlédnout se zpět do historie a zamyslet se nad technickými památkami, které nám zanechali naši předkové. Je v našem vlastním zájmu tyto památky uchovat nejen pro doklad tehdejší technické vyspělosti, ale hlavně je zpřístupnit veřejnosti a odkázat tak dalším generacím. Technickou památkou je i důl Jeroným, který je učebnicovým příkladem středověkého hornictví. Aby důlní dílo bylo přístupné veřejnosti, je zapotřebí ještě mnoho práce a stavebních úprav. Jednou touto úpravou je spojovací překop, který zajistí průchod mezi dvěma hlavními celky důlního komplexu a tím spojí stará důlní díla (SDD) s opuštěnými důlními díly (ODD). Tato práce se zabývá návrhem technologie ražení spojovacího překopu mezi SDD a ODD. Návrh vychází z IG průzkumu ve směru vedení překopu. V průběhu ražeb lze očekávat naražení dalších spíše zvodněných starých důlních děl, nebezpečí průvalu vod a bahnin během ražby je vysoké, proto bude důležité upravit navržené technologie a postupy zjištěné dle podmínek in-situ.

Anotation:

In today's hectic times, it is necessary to look back into history and think about the technical monuments left to us by our ancestors. It is in our own interest to preserve these monuments not only as a proof of a technical maturity of that times, but especially to unlock them to the public and to the future generations. This technical monument is the Jeroným Mine which is a copybook example of a medieval mining. A lot of effort and building work is required to open the mine to the public. One of the building work is a crosscut which will provide a passage corridor between two main units of the mining complex and it will connect old mines (SDD) with abandoned mines (ODD). This work describes a driving technology design of a passage corridor between SDD and ODD. The design is based on the IG survey carried out along the crosscut. Throughout the excavation process penetration into other water bearing old mines is rather expected. The risk of a water outbreak and inrush of mud during the excavation is high. Therefore it is important to revise the proposed technology and procedures identified according to the conditions in-situ.

OBSAH:

1. ÚVOD.....	7
1.1. Zadání práce.....	7
1.2. Popis dolu Jeroným.....	8
1.3. Národní kulturní památka	8
1.4. Mapa dolu.....	10
2. STÁVAJÍCÍ STAV	11
2.1. Geotechnické poměry dolu	12
2.2. Geotechnický monitoring SDD.....	13
2.3. Geomechanický monitoring ODD	14
2.4. Seismologický monitoring	15
2.5. Monitoring ovzduší	16
3. SPOJOVACÍ PŘEKOP.....	17
3.1. Záměr propojení ODD a SDD	17
3.2. Geologická charakteristika a geotechnické poměry v ose překopu	18
3.3. Návrh situování překopu.....	20
3.4. Návrhové charakteristiky příčného průřezu LB-0-06	21
4. TECHNOLOGIE RAŽENÍ SPOJOVACÍHO PŘEKOPU.....	21
4.1. Schéma vedení ražby	22
4.2. Hlavní operace razícího cyklu.....	22
4.2.1. Ražení ve skalních horninách	23
4.2.1.1. Návrh trhacích prací.....	23
4.2.1.1.1. Návrh vrtného schématu	23
4.2.1.1.2. Vrtné schéma	29
4.2.1.1.3. Návrh elektrického roznětu.....	30
4.2.1.1.4. Pasport trhacích prací.....	31

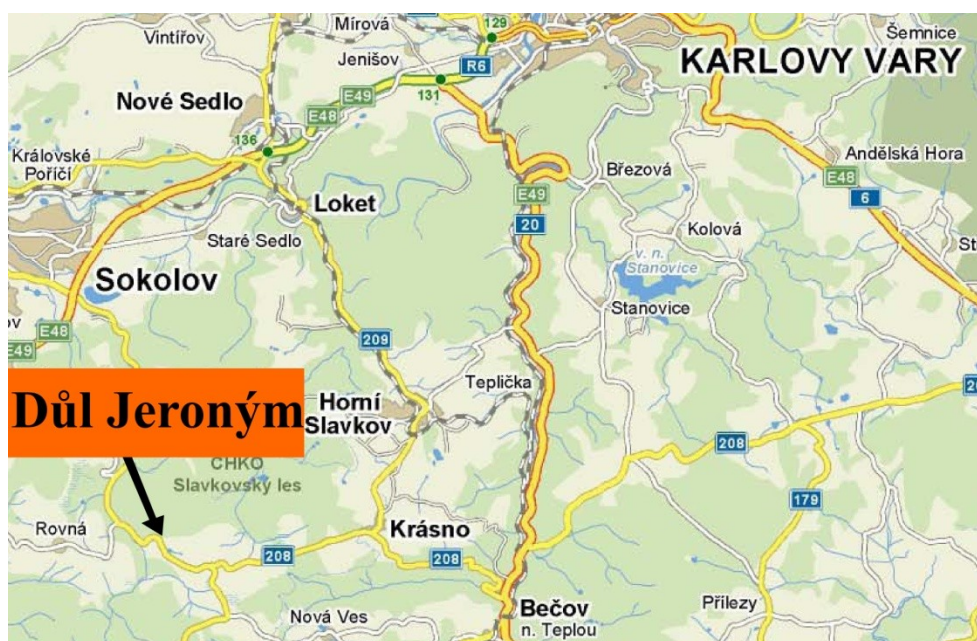
4.2.1.2.	Výztuž	32
4.2.1.3.	Nežádoucí účinky trhacích prací	32
4.2.2.	Ražení v soudržných sedimentech a závalech	32
4.2.2.1.	Rozpojování ruční	33
4.2.2.2.	Výztuž	34
4.2.3.	Ražení ve ztekucených sedimentech	34
4.2.3.1.	Rozpojování ruční	35
4.2.3.2.	Výztuž	35
4.2.4.	Odkliz horniny	35
4.2.4.1.	Nakládání	36
4.2.4.2.	Odtěžení	36
4.2.4.3.	Schéma odklizu	37
4.3.	Ochrana před průvaly vod a ztekucených hornin	37
4.4.	Odvodnění při ražbě překopu	38
4.5.	Větrání	38
4.6.	Osvětlení při ražbě překopu	39
4.7.	Únikové a přístupové cesty	39
4.8.	Zajištění energií	39
5.	BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI.....	39
6.	ZÁVĚR.....	41
6.1.	Návrh ražení	41
6.2.	Zvláštní podmínky, kontrola	42
6.3.	Podzemní laboratoř a výzkumné pracoviště	42
6.4.	Ukázka důlních prostor	43

1. Úvod

Je v zájmu každé civilizace dochovávat svoji minulost a historii, ať už se jedná o duchovní nebo technické výtvořky každého národa. K hmotným výtvořkům patří zejména umělecká díla, architektonické památky, přičemž v poslední době je velký zájem i o památky technické. Minulost naší civilizace byla provázena řadou ničivých činitelů, ať už lidských či přírodních, ale i přesto značné množství technických památek zůstalo zachováno, proto by bylo neodpuštělné nechat je devastovat a nezasáhnout proti ničivému zubu času. Jde nám hlavně pokusit se o jejich záchranu, a rekonstrukci, a tím prodloužit životnost památek, abychom tyto technické odkazy našich předků mohli předat dalším a dalším generacím. Ať už pro obdiv nebo inspiraci a zároveň motivaci pro záchranu dalších. Takovouto technickou památkou je národní kulturní památka Důl Jeroným v Čisté, jejíž historická jedinečnost spočívá v ukázce poctivého středověkého hornictví.

1.1. Zadání práce

Návrh technologie ražení spojovací chodby v historickém dolu Jeroným.



Obr. 1: Lokalizace dolu Jeroným na mapě, www.mapy.cz

1.2. Popis dolu Jeroným

Důlní prostory se dělí na dva hlavní celky. Prvním jsou Stará důlní díla – SDD (ve zprávě MŽP ČR) a druhý celek jsou Opuštěná důlní díla – ODD (ve zprávě MPO ČR). Z hlediska rudného hornictví má Důl Jeroným i evropský význam. Tento technický unikát představuje součást fondu evropských montánních památek v těžebním průmyslu a zpracováním cínu. Těžba probíhala od 2. poloviny 16. století v části SDD, v části ODD pak za dlouhou dekádu 400 let průzkumu a těžby. Ke stabilitnímu posudku důlních prostor se provádí podrobný geologický, geomechanický a seismologický monitoring. Nedílnou součástí je studie významných parametrů jak v okolí, tak v důlním díle. Cílem monitoringu je kontrola a dozor nad probíhajícími pracemi v průběhu všech fází výstavby a úprav důlních děl i technického vybavení. Úpravy v části SDD jsou prováděny v garanci Nadace Georgia Agricoly, region Slavkovský les. V garanci státního podniku Diamo, SUL, o.z. jsou realizovány hornické práce na rekonstruování důležitých částí ODD a zpřístupnění pro veřejnost v podobě hornického muzea.



Obr. 2: Ohlubeň šachtice Jeroným,
foto: Jaroslav Zdvořák

1.3. Národní kulturní památka – příprava zprovoznění na skanzen

Tato významná památka byla díky Nadaci G.Agricoly a báňským specialistům z Diamo, s.p. SUL, o.z. Příbram zachráněna a vstoupila do podvědomí odborné veřejnosti. Nutná opatření ke zprovoznění hornického muzea v Čisté jsou na svém počátku a bude třeba vyvinout ještě velké úsilí a nemalé finanční prostředky k dokončení tohoto projektu.



Obr. 3: Doklad tehdejšího ručního dobývání,
foto: Jaroslav Zdvořák

Mezi roky 2006 až 2008 byl řešen grantový projekt s názvem „Výzkum faktorů ovlivňujících stabilitu středověkého Dolu Jeroným v Čisté“. Byl financovaný Grantovou agenturou České republiky projekt (GAČR 105/06/0068). Projekt je zaměřen na posouzení napěťových



Obr. 4: Můstek, foto: Ing. Radek Kukutsch

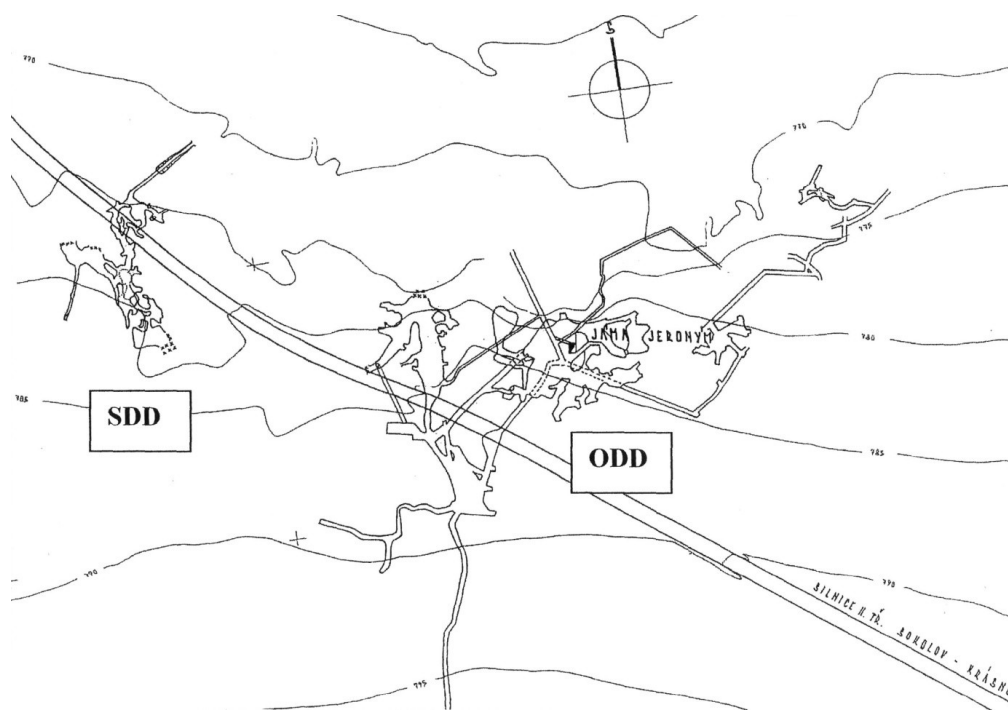
poměrů, geomechanické a hydrogeologické situace, seismologického zatížení masivu v části Opuštěná důlní díla. Jako přírodní laboratoř mohou sloužit důlní prostory už během výstavby a samozřejmě i po ní. Ověření nových metodik a výstavba rozšířeného monitorovacího



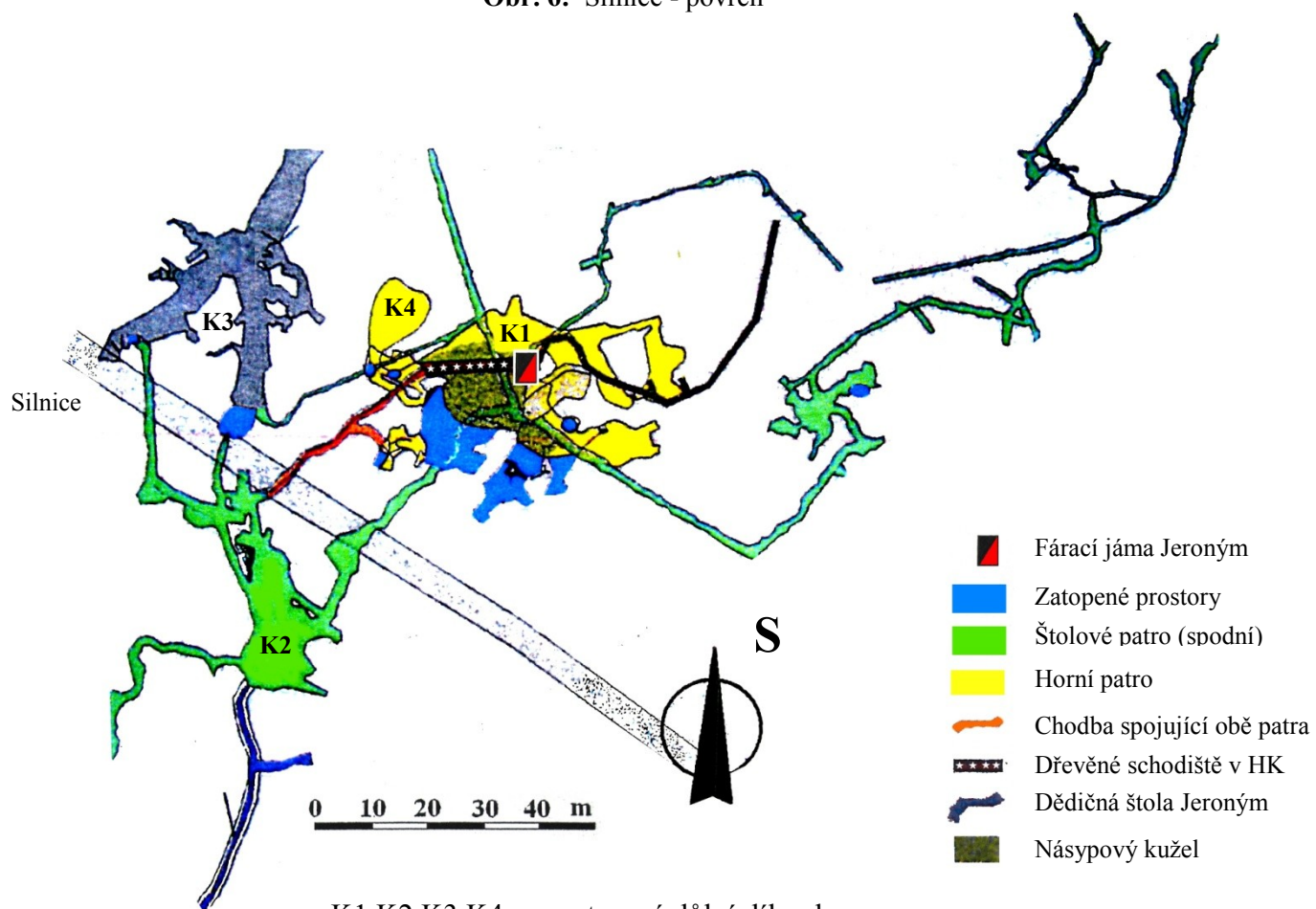
Obr. 5: Komora K2, foto Ing. Radek Kukutsch

systému s telemetrickým přenosem měřených dat zajistí podstatné výsledky. Tyto výsledky výzkumu jsou důležité pro pokračující hodnocení stability důlního díla a tím i zajištění stability a pro rozvoj metod experimentálních měření in-situ.

1.4. Mapa dolu



Obr. 6: Silnice - povrch



K1,K2,K3,K4 – prostorová důlní díla - komory

Obr. 7: Situace dolu

2. Stávající stav

Důl Jeroným je tvořen komplexem SDD a ODD oddělených od sebe závaly. Komplexy nejsou nad hladinou podzemních vod dosud propojeny. SDD a ODD budou propojeny spojovacím překopem. V současné době jsou důlní díla zpřístupněny Barochovým portálem (přístupová štola) a Novou jámou komplexu SDD. Přístup a větrání v komplexu ODD je zajištěno přirozené mezi odvodňovací štolou a jámou Jeroným, doplněné stávajícím lutnovým ventilátorem ve štole. Větrání je zajištěno přirozené mezi těmito hlavními důlními díly doplněné větracím vrtem Ø 300 mm a skruženou šachticí. Dříve již byla provedena celá řada nezbytných aktivních i pasivních bezpečnostních opatření za účelem zpřístupnění a zajištění stability důlních děl (DIAMO s.p., SG-Geotechnika a.s., Geoindustrie, Geomont), včetně geotechnického monitoringu (SG-Geotechnika a.s., Ústav Geoniky AV ČR a VŠB-TU Ostrava). Ke sledování jak stability důlních děl, tak ke sledování stability povrchu, zejména silnice II/210 vedené v jejich nadloží je v komplexu SDD vybudován geotechnický monitorovací systém, který sloužil po dobu zpřístupňování a zajišťování starých důlních děl, v období 2003-2008. Záměrem bylo bezpečné provádění prací s ohledem na kulturní památku a její historickou hodnotu a zajištění bezpečnosti pracovníků v podzemí. Provoz silnice II/210 byl omezen povolenou rychlostí a tonáží projíždějících vozidel v kritickém úseku Dolu Jeroným. Prováděný monitoring byl využíván i pro sledování dlouhodobé stability důlních děl a to za účelem stabilizace kritických částí komplexu SDD. V komplexu ODD je vybudován geomechanický monitorovací systém, který sleduje vzájemnou souvislost deformačních změn a deformačních jevů v podzemních dílech a na povrchu od roku 2001 do současnosti. Byl vybudován v době, kdy bylo uvažováno o zpřístupnění komplexu a tedy o nezbytných zásazích v podzemí. Tento monitoring byl využit i v době rekonstrukce odvodňovací štoly Jeroným ke sledování vlivu ražby a trhacích prací na stabilitu důlních děl. Monitorovací systém je založen na sledování konvergence důlních děl, rozvoje vybraných trhlin, sledování hladin zatopených komor, nivelace povrchu silnice a seizmologický monitoring. V průběhu sledování byly některé prvky monitorovacího systému vybaveny čidly a zařízeními umožňující kontinuální záznam s dálkovým přenosem do interpretačního centra v Ostravě, a to za účelem podchycení dynamiky vývoje měřené veličiny a odstranění nevýhod odloučeného pracoviště.

2.1. Geotechnické poměry dolu

Důl Jeroným je soubor na sebe navazujících komor spojených šachticemi a chodbicemi, které jsou vyraženy v endokontaktu autometamorfovaných krušnohorských žul masívkou Krudum v jeho jižní části, a to při kontaktu s nadložími biotitickými a dvojslídnyými pararulami, různě intenzivně migmatitizovanými a granitizovanými. Díla jsou vyražena ve sklonu ložiska, cca 30° k J. Současný známý plošný rozsah činí cca 300 x 150 m. Výškový rozsah činí 55 m, je dán kótou ohlubně jámy Jeroným 782 m.n.m. a kótou počvy dědičné štoly Jeroným 727 m.n.m., která je orientovaná k jihu od centra báňských prací a měří necelých 400 m. Všechny granitoidní horniny jsou postiženy různě intenzivními postmagmatickými přeměnami, které měly vliv na změnu fyzikálně-mechanických vlastností původních hornin (sericitizace, hematitizace, greisenizace). Granitoidní horniny jsou reprezentovány středně zrnitou biotitickou žulou typu Čistá a jemně až drobně zrnitou porfyrickou biotitickou žulou. Kontakt granitoidních hornin s krystalinikem je magmatický, jeho průběh je zpravidla velmi nerovnoměrný s častými výběžky granitů do pláště. Generelní sklon kontaktu je k J a to pod značně proměnlivým úhlem 20°- 45°. V některých komorách jsou zřejmé těžké blokované závaly, ovlivněné puklinovým systémem žulového horninového masívu a způsobem rozfárání ložiska. Některé z nich se projeví na povrchu propady. Způsob rozfárání ložiska významně ovlivňuje stabilitu důlních děl – nepravidelné komorové dobývání s ponechanými MK pilíři kritických parametrů, mělké vyrazení důlních děl na výchozu ložiska, apod. Alterované žuly jsou ve výrubu v přípovrchových partiích ložiska velmi navětralé a rozpukané, místy je možné rozdrobit je i v ruce. Pevnostní vlastnosti hornin jsou zde tak nízké, že významně snižují stabilitu důlních děl v těchto přípovrchových partiích. Mělce vyrubané prostory komplexu důlních děl komunikují prostřednictvím propadů, závalů a zásypů s povrchem. Ložisko Čistá-Jeroným je postmagmatické příkontaktní ložisko Sn, ložisko metasomatického impregnačního typu s podřízenou rolí žilných formací. Zrudnění na ložisku je představováno impregnací kassiteritu v greisenizovaných žulách. Množství wolframitu je podřízené. Podřadně jsou zastoupeny i drobné žilky s mocností 1-5 cm, max. 20 cm, které byly rovněž v historii zdrojem těžby. Greisenizace se projevuje hlavně sericitizací. Nejbohatší části ložiska byly situovány blízko povrchu a již v dávné minulosti vytěženy, což dokládá množství vyrubaných prostor. Nejmocnější je poloha nejbližší u kontaktu, kde bilanční rudy dosahují mocnosti až 20 m. Kromě hlavní zóny bylo nově zjištěno 7 dalších zhruba paralelních nepravidelně vyvinutých rudních zón, jejichž mocnost kolísá od 1 do 6 m. Greisenizované

žuly a greiseny tvoří v příkontaktní zóně několik poloh, probíhajících zhruba paralelně s kontaktem. Tyto polohy jsou velmi nepravidelné, často naduřují nebo prstovitě vyklíňují. Vzdálenost od kontaktu je od 1 do 100 m, mocnost kolísá v dm-m rozměrech.

2.2. Geotechnický monitoring SDD

Současný monitorovací systém bude nadále využit pro sledování dlouhodobé stability komplexu SDD, jak během zpřístupnění dolu, tak během návštěvního provozu. Úkolem monitorovacího systému bude pokračovat v prováděných konvergenčních měření, sledování deformací boků, stropů komor a chodbic na vybraných horninových blocích pomocí pásmové extenzometrie, trojosých a dvojosých dilatometrů. Dále sledování stability, deformace, případné změny napětí stávajících mezikomorových pilířů a skalních celků pomocí strunových deformetrů, trojosých a dvojosých dilatometrů a tyčových extenzometrů.

Monitorovací systém je založen na následujících monitorovacích prvcích

Dvojosé dilatometry: Zajišťují měření dilatometrie trhlin horninového masívu komplexu SDD. Osazeno je 39 měřících stanovišť. Záměrem je sledování deformací výrubu stropů, boků, pilířů a vytipovaných horninových bloků a celkové stability SDD.

Konvergenční profily: Instalovány za účelem měření pomocí konvergenčního pásma a to na většině místech SDD. Osazeno 28 profilů se 103 konvergenčními body. Zajišťuje sledování deformací chodbic, mezikomorových pilířů, stropů a boků komor.

Strunové deformetry: Zajišťují měření změn napětí mezikomorových pilířů komplexu SDD a minimálních deformací, přesnost měření je 0,01 mm/m. Osazeno 6 kusů strunových deformetrů pro sledování stability těchto vybraných mezikomorových pilířů.

Tlakové podušky: Zajišťují sledování změn napětí na kontaktu výztužného prvku s horninovým masívem. Osazeny celkem 2 kusy, hydraulického typu, mezi vystavěnými podpěrnými pilíři a stropem horninového masívu.

Trojosé dilatometry: Prostřednictvím prostorové 3D dilatometrie trhlin horninového masívu se sleduje stabilita a deformace horninových pilířů, výrubu stropu, boků a bloků komplexu SDD. Osazeno 8 kusů 3D dilatometrů.

Tyčové extenzometry: Zajišťují sledování deformace stropu a skalního celíku. Účelem je sledování stability povrchu a stability mezikomorového pilíře. Osazeny celkem 2 kusy.

2.3. Geomechanický monitoring ODD

Současný monitorovací systém bude nadále využit pro sledování vzájemných souvislostí deformačních projevů a změn v podzemních dílech ODD, jak v průběhu zpřístupnění dolu, tak v průběhu pozdějšího provozu pro veřejnost. Funkcí monitorovacího systému bude pokračovat v prováděných konvergenčních měření, pozorovat deformace horninového masívu prostřednictvím dilatometrie trhlin, sledovat stav hladiny podzemní vody a její vliv na zatopené komory, a také sledovat deformaci povrchu silnice klasickou nivelací. Z pohledu realizace tento instalovaný systém potřebuje ještě stavební úpravy stávajících monitorovacích prvků, hlavně kabelového vedení. Kabely napájení včetně krabic a datových kabelových tras jsou vedeny po stěnách důlních děl. Kabeláž a dílčí čidla bude nutné přemístit a instalovat do vysekaných kabelových drážek, zahozených vhodnou maltou imitující povrch historických důlních děl, nebo do počvy pod štěrk. V případě zpřístupnění nových prostor komplexu ODD se doporučuje osazení dalších vhodných monitorovacích a bezpečnostních prvků. Instrumentaci monitorovacích prvků pro potřeby výzkumu je vhodné přemístit do nezpřístupněných částí komplexu důlních děl mimo prohlídkovou trasu.

Monitorovací systém je založen na následujících monitorovacích prvcích

Dilatometrie trhlin: Pozorování změn vybraných trhlin horninového masívu skleněnými a sádrovými terčíky pomocí kontinuálních dilatometrů na 4 měřických profilech.

Hladiny důlních vod: Pozorování stavu a vlivu zadržovaných a prosakujících důlních vod zatopených částí komor pomocí kontinuálních snímačů a mechanických odečtů úrovně hladiny důlních vod.

Konvergenční profily: Měření pomocí mechanické konvergenční stojky s přesností odečtu 0,1 mm na 16ti bodech a měření konvergence laserovým dálkoměrem v 5ti profilech v komorách.

Měření teploty: Kontrola atmosféry kontinuálními čidly v blízkosti komor K1 a K2.

Měření změn tenzoru napjatosti: Kontrola skalního masívu v komorách K1, K2 a na dalších

vybraných místech.

Povrchová nivelace: Měření povrchové nivelace stabilizovaných bodů umístěných kolem silnice II/210 nad komplexem důlních děl Dolu Jeroným měřickou službou.

2.4. Seismologický monitoring

Dalším nezanedbatelným vlivem na stabilitu podzemních objektů je seismické zatížení díla, a to vliv vibrací na podzemní prostory. Bude průběžně sledováno a vyhodnocováno seismické zatížení sousedních podzemních objektů starých a opuštěných důlních děl. Výsledky měření seismických účinků trhacích prací - stanovení rychlosti kmitání základových půd (skalních celíků) podzemních objektů a jejich částí, budou posouzeny s předepsanými limity. Seismické zatížení od trhacích prací (rychlost kmitání) bude monitorováno prostřednictvím stávající osazené trvalé monitorovací seismické stanice JER 1, situované v komplexu ODD a provozované ústavem Geoniky AV ČR v Ostravě. Seismická stanice JER1 je tvořena registrační aparaturou PCM3-EPC3 s vysokým krytím IP64 se třemi seizmometry SM3. Jde o tříkanálový číslicový zapisovač se spouštěným záznamem dat v PC. Spouštění záznamu je vyvoláno překročením amplitudy signálu přes nastavenou komparační úroveň. Každý seismický jev je zaznamenán jako samostatný datový soubor. Časová základna aparatury je synchronizována časovým signálem DCF. S využitím komunikačního programu pcAnywhere fy Symantec a GSM modemu Siemens TC35 Terminal je vyřešen vzdálený přístup přes sériový port do PC v registrační aparatuře a zajištěn telemetrický (GSM) přenos zaregistrovaných dat do ústavu Geoniky AV ČR v Ostravě. Vzdálený přístup do PC navíc kromě přenosu dat umožňuje především operativní kontrolu funkčnosti aparatury. Z důvodu vysoké vzdušné vlhkosti a kapající vody je registrační aparatura instalována spolu se záložní baterií v další vodotěsné skříni s krytím IP-65 s vodotěsnými průchodkami pro vstupní a výstupní kabely. Použité seizmometry jsou rovněž vodotěsné. Jedinečnými památkami Dolu Jeroným jsou pozůstatky středověkého dobývání, stopy po ruční práci mlátkem a želízkem, černé zabarvení od sazí z metody sázení ohněm. Všechny tyto památky vyžadují ochranu a stanovení přísných kritérií pro vnější vlivy a v tomto případě vlivy trhacích prací při ražbě spojovacího překopu. Při ražbě spojovacího překopu mezi ODD a SDD pomocí trhacích prací bude prováděn kontinuální seismický monitoring pro ochranu kulturní památky Dolu Jeroným a jeho starých důlních děl.

2.5. Monitoring ovzduší

Monitoring kvality důlního ovzduší při provádění prací

V průběhu provádění zpřístupňovacích prací se očekává větrání důlních děl průchozím větrným proudem mezi jednotlivými hlavními důlními díly. Kvalita důlního ovzduší v souladu s vyhl. ČBU č.55/1996 Sb. v platném znění nesmí překročit níže uvedené hodnoty. V případě překročení uvedených hodnot musí být práce v podzemí zastaveny do doby zajištění uvedené kvality důlního ovzduší separátním větráním. Místa a četnost měření při ražbách TP určí závodní v technologickém postupu, včetně čekací doby po odstřelu. Při provádění zpřístupňovacích prací bez TP se předpokládá měření kvality ovzduší 1x denně na aktivních pracovištích a na přístupových cestách k nim, včetně měření vlhkosti a teploty. Záznamy budou prováděny do stavebního deníku. Měření kvality důlního ovzduší bude také provedeno před obsazením pracovišť před zahájením prací.

Požadované složení důlního ovzduší dle vyhl. č.55/96 Sb.:

O ₂ ....min. 20 % obj. v důl. ovzduší	CO ₂< 1,0 %	H ₂ S.....< 0,00072 %
CO...< 0,003 %	NO+NO ₂ ...< 0,00076 %	

Monitoring bude prováděn pomocí přenosných ručních přístrojů určených k měření koncentrace důlních plynů (např. GasAlert Micro 5 IR).

Monitoring kvality důlního ovzduší při provozu s návštěvníky

Provoz bude probíhat bez použití výbušnin, otevřeného ohně, bez zařízení produkujících škodliviny a bez možnosti vzniku sirovodíku, a proto je stanoveno měření výše uvedených hodnot. Předpokládá se větrání zpřístupněných důlních děl průchozím přirozeným větrným proudem mezi jednotlivými hlavními důlními díly a komplexy propojených spojovacím překopem. Kvalita důlního ovzduší v souladu s vyhl. ČBU č.55/1996 Sb. v platném znění nesmí překročit výše uvedené hodnoty. V případě překročení uvedených hodnot musí být provoz v podzemí zastaven do doby zajištění uvedené kvality důlního ovzduší průchozím větrným proudem pomocí ventilátorů vybudovaného nuceného větrání. Pro měření radonu budou využita čidla ERM5, která budou vyvinuta speciálně pro Důl Jeroným. Jedná se o monitor koncentrace radonu ve vzduchu (ERM5), který bude osazen jako stacionární

zařízení ionizační komorou. Napájecí kabely monitoru budou přivedeny z rozvodu osvětlení a datové signály budou převedeny na protokol Ethernet. Instalace snímačů a kabeláže nesmí viditelně poškodit historická důlní díla (vedena v chráničce v počvě prohlídkové trasy). Snímače a kabelové vedení musí pracovat a odolávat důlní atmosféře s téměř 100% relativní vlhkostí a kapající vodě. Systém sběru dat musí být automatický bez obsluhy s přenosem do PC.

3. Spojovací překop

- Záměr propojení ODD a SDD pro prohlídkovou trasu
- Geologická charakteristika a geotechnické poměry v ose překopu
- Návrh situování překopu
- Návrhové charakteristiky příčného průřezu LB-0-06

3.1. Záměr propojení ODD a SDD pro prohlídkovou trasu

Vzhledem k charakteru a účelu stavby, tj. zpřístupnění dolu Jeroným pro návštěvníky, se jedná o stavební práce vedoucí k bezpečnému provádění návštěvníků v podzemí. Cílem je zpřístupnění velkoprostorových historických dobovek, vybudování prohlídkové trasy s hornickými expozicemi, zajištění bezpečnosti samotného dolu a návštěvníků v podzemí, včetně zajištění funkce přírodní podzemní laboratoře. Práce budou prováděny pouze v podzemí hornickým způsobem, převážně charakteru šetrných ručních prací s technickým náčiním s ohledem na historickou hodnotu důlních děl a národní kulturní památky. Kromě vlastní ražby nového spojovacího překopu mezi komplexy budou nezbytné zásahy do počvy pro zajištění průchozí a bezpečné výšky, odvodnění dolu, vedení rozvodů elektrického osvětlení, větrání a umístění dalších bezpečnostních prvků.

3.2. Geologická charakteristika a geotechnické poměry v ose překopu

Nacházíme se v prostředí granitoidních hornin, jedná se o zdravou biotitickou žulu místy postiženou postmagmatitickými přeměnami, greisenizací. Nadloží žul je tvořeno biotitickými pararulami, místy postiženými migmatitizací. Jejich hranice probíhá v úrovni cca 28 - 20 m pod povrchem, jsou mírně až středně zvětralé. Žula je porušena typickými puklinovými systémy a poruchovými pásmy. Rulové eluvium se vyskytuje do hloubky 1,8 - 3,3 m. Na základě provedených průzkumných plnoprofilových vrtů v blízkosti projektované trasy a v ose překopu, předpokládáme v průběhu ražeb zastižení neznámých důlních děl. Ty byly zastiženy některými vrty v nadloží projektovaného překopu, ale i v trase překopu. Vzhledem k technologii provádění těchto vrtů nebylo možné některé vrty dovést do úrovně překopu. Dopravní ražba spojovacího překopu bude vedena v hloubce 47 - 33 m Inženýrsko – geologický průzkum, viz Příloha 1.

Vrt V1: Zjištěna komora v hloubce 20,4 m, s volnou dutinou mocnosti 2,1 m, komora je plná sedimentů. Počva komory byla ověřena pod úrovní projektovaného překopu v hloubce 42,7 m. (terén 781,8 m; strop komory 761,4 m; dosed kamery 759,3 m; počva komory 739,1 m; vrt je suchý; nadloží komory 20,4 m; výška komory 22,3 m)

Vrt V2: Zjištěna komora v hloubce 25,5 m s volnou dutinou mocnosti 2,5 m, komora je plná bahnitých sedimentů do hloubky 29,5 m. Dno komory nebylo ověřeno, z důvodu hrozící havárie vrtu. Komora je plná vody a sedimentů. Je možné, že tato komora pokračuje hlouběji do úrovně překopu v hloubce 44 m. (terén 782,6 m; strop komory 757,1 m; dosed kamery 754,6 m; dno v bahně 753,1 m; vrt je pod vodou, komora je zatopená celá; NHPV 772,6 m; UHPV 757,6 m)

Vrt V3, V5: V hloubkách 50 m (V3) a 43 m (V5). Bylo vrtáno pod počvu projektovaného překopu, nebyla ověřena přítomnost neznámých důlních děl. Zde lze předpokládat ražbu ve skalním žulovém masívu.

Vrt V6: Zjištěna chodba neznámého důlního díla v hloubce 26,5 m a v hloubce 28,2 m strop chodby nebo zavalené komory s bloky horniny v hloubce 29,3 m. Nelze vyloučit existenci zavalených neznámých důlních děl (NDD) i v trase překopu v hloubce 38 m.

Vrty V4, V7: Zjištěna nejspíše propadlá komora až na povrch nebo zasypané svislé důlní dílo v hloubkách 7 m (V4) a 16 m (V7). Vrty zjistily kyprý písčité materiál se ztrátou vzduchového výplachu. Z důvodu nebezpečí havárie vrtu nebylo možné dovrtnat se do projektované hloubky. Dále je možná přímá komunikace těchto vrtů V4 a V7 s komorami zjištěnými vrty V1 a V2 .

K dokumentaci vrtů byla přidána kamerová prohlídka (vrt V4 a V6) a dynamické penetrace pro ověření hloubkového průběhu eluvia a propadlé komory. Na základě zjištěných informací by bylo vhodné realizovat před zahájením ražeb jádrový vrtný průzkum pro ověření předpokládaných geotechnických poměrů ražby.

Ze získaných poznatků z průzkumných vrtů lze předpokládat:

0 - 14 m : Ražba ve zdravé žule.

14 - 30 m : Zmáhání zavalené nebo sedimenty zaplavené zvodnělé komory (zvodnělé jílovito-písčité sedimenty s bloky hornin), nebo ražba ve zdravé žule s jinými neznámými důlními díly (NDD) s popisovanou komorou v nadloží.

30 - 41 m : Předpokládáme ražbu v horninovém masívu.

41 - 57 m : Zmáhání jílovito-písčitých sedimentů s bloky hornin ověřené komory.

57 - 69 m : Lze očekávat ražbu ve zdravé žule.

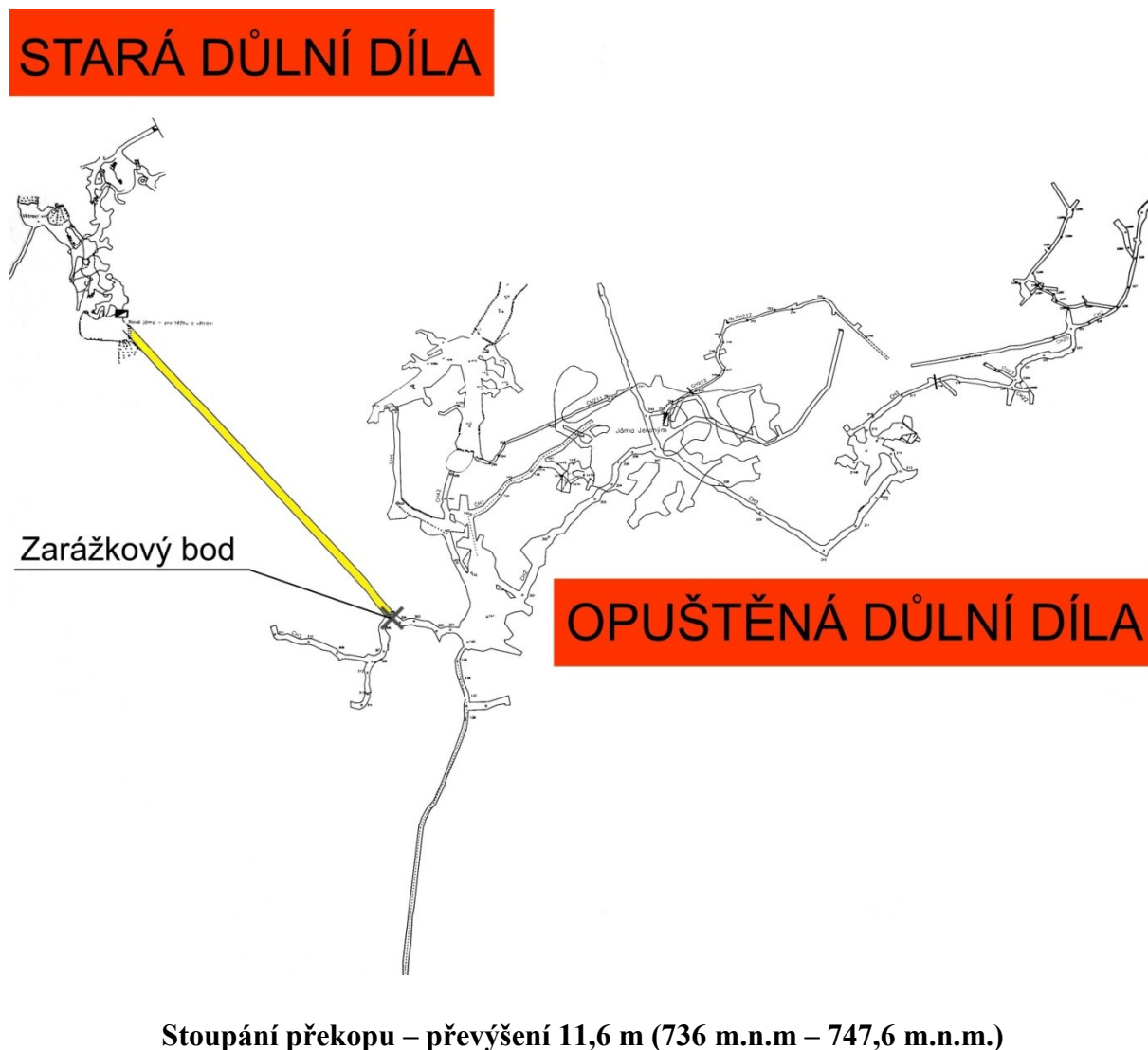
69 - 81 m : Naražení zavalených NDD ověřených v nadloží.

85 - 92 m : Lze očekávat prorážku do zatím nepřístupné sedimenty zaplavené komory, která bude před prorážkou připravena a zpřístupněna.

3.3. Návrh situování překopu

Nový spojovací překop bude vyražen hornickým způsobem, pomocí trhacích prací malého rozsahu s průběžným seismickým monitoringem seismického zatížení pro sledování a zamezení vlivu na stabilitu důlních děl. Nezbytné vstrojení nové štoly bude ocelové s ocelovým pažením.

Na povrchu nejsou žádné trvalé stavební zásahy, pouze dočasné deponie materiálu a přístupové cesty k hlavním důlním dílům pro dopravu a odvoz materiálu. Převýšení spojovacího překopu, viz obr. 8.

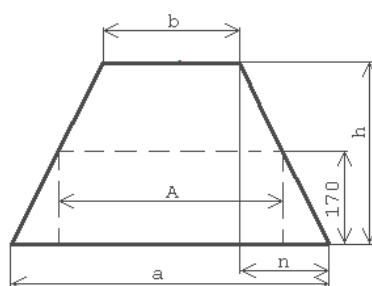


Obr. 8: Situace návrhu překopu (žlutě vyznačený)

3.4. Návrhové charakteristiky příčného průřezu LB-0-06

Označ.díla	Hlavní rozměry (cm)					F	F*
	A	h	a	b	n	(m ²)	(m ²)
LB-0-06	270	250	327	244	41,5	7,1	10,6

F – plocha světlého průřezu, F* – plocha hrubého průřezu

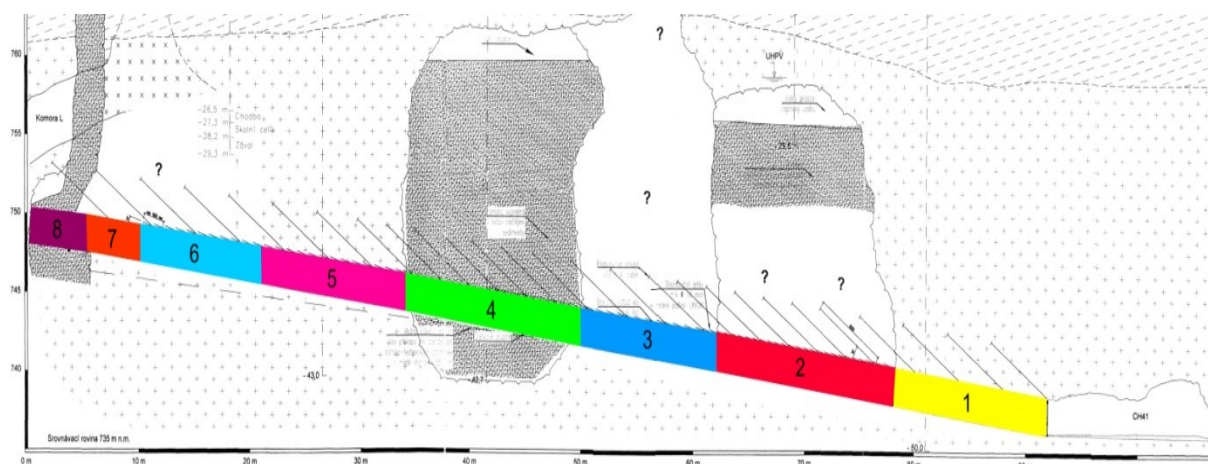


Obr. 9: Vzorové schéma profilu LB-0-06

4. Technologie ražení spojovacího překopu

- Schéma – vedení ražby, popis úseků štoly
- Hlavní operace razícího cyklu
- Ochrana před průvaly vod a ztekucených hornin
- Odvodnění při ražbě překopu
- Větrání
- Osvětlení při ražbě překopu
- Únikové a přístupové cesty
- Zajištění energií

4.1. Schéma vedení ražby



Obr. 10: Schéma vedení ražby – popis úseků štoly

Úsek	Staničení (m)	Geotechnický typ	Způsob ražby	Výztuž	Pažení	Bezpečnostní prvky
1	0-14	Žula pevná (R2, W2, D3)	Trhací práce	Lichoběžníková ocelová	Příložné	Předvrty
2	14-30	NDD* nebo žula pevná s SDD	Trhací práce + ruční rozpojování		Hnané Příložné	Předvrty
3	30-41	Žula pevná s NDD*	Trhací práce + ruční rozpojování		Hnané Příložné	Předvrty
4	41-57	SDD (G3/S3)	Ruční rozpojování		Hnané	Předvrty
5	57-69	Žula pevná (R2, W2, D3)	Trhací práce		Příložné	Předvrty
6	69-81	Žula pevná s NDD*	Trhací práce + ruční rozpojování		Příložné	Předvrty
7	81-85	Žula	Trhací práce		Příložné	Předvrty
8	85-92	NDD* (G3/S3)	Ruční rozpojování		Hnané	Předvrty

*neznámá důlní díla

4.2. Hlavní operace razicího cyklu

- Vrtání vývrtů a trhací práce
- Nakládání a odtěžení horniny
- Vyztužování

4.2.1. Ražení ve skalních horninách

- Návrh trhacích prací
- Výztuž
- Nežádoucí účinky trhacích prací

4.2.1.1. Návrh trhacích prací

- Návrh vrtného schématu
- Vrtné schéma
- Návrh elektrického roznětu
- Pasport trhacích prací

4.2.1.1.1. Návrh vrtného schématu

1. Volba zálomu

klínový zálom

2. Parametry zálomu

$$\begin{aligned} A &= 500\text{cm} \\ A &= 70^\circ \\ N_z &= 4 \end{aligned}$$

3. Maximální hodnota teoretické zabírky z_z

$$z_z = \frac{D_{\min} - x}{4} \cdot \operatorname{tg} \alpha - 0,1 \cdot \sin \alpha = \frac{3,47 - 0,15}{4} \cdot \operatorname{tg} 70^\circ - 0,1 \cdot \sin 70^\circ = 2,2\text{m}$$

D_{\min}	.....	omezující rozměr důlního díla (m)
α	.....	úhel zálomových vývrtů s čelbou ($^\circ$)
x	.....	přiblížení vývrtů – volím 15cm

4. Délka zálomového vývrtu l_z

$$l_z = \frac{z_z}{\sin \alpha} = \frac{2,2}{\sin 70^\circ} = 2,4m$$

5. Vzdálenost ústí zálomových vývrtů od ústí zálomu R

$$R = \sqrt{l_z^2 - z_z^2} + 0,5 \cdot x = \sqrt{2,4^2 - 2,2^2} + 0,5 \cdot 0,15 = 1m$$

6. Délka skutečné zabírky z_{sk}

$$z_{sk} = z_z \cdot k_v = 2,2 \cdot 0,85 = 1,87m$$

k_v koeficient využití vývrtu – volím 0,85

7. Délka teoretické zabírky, délka pomocných vývrtů

$$z_t = l_p = \frac{z_{sk}}{k_v} = \frac{1,87}{0,9} = 2,1m$$

k_v koeficient využití vývrtu – pro pomocné vývrty – 0,9

8. Volba trhavin

Důlní skalní trhavina – Perunit 28

Hustota	=	1350kg.m ⁻³
Specifický objem	=	862dm ³ .kg ⁻¹
Výduť v Trauzlu	=	355cm ³
Balení	=	22mm/120g
Délka náložky	=	100mm
%CO	=	2,32
%NO ₂	=	0,23

9. Výpočet specifické střední spotřeby $q_{stř}$

a) dle Protodjakonova I

$$q_{stř} = \sqrt{\frac{f}{F_{hr}}} = \sqrt{\frac{5}{10,6}} = 0,5kg.m^{-3}$$

b) dle Protodjakonova II

$$q_{stř} = 0,5 \cdot \left(\sqrt{0,2 \cdot f} + \frac{1}{\sqrt{F_{hr}}} \right)^2 = 0,5 \cdot \left(\sqrt{0,2 \cdot 5} + \frac{1}{\sqrt{10,6}} \right)^2 = 0,9 kg \cdot m^{-3}$$

F_{hr} Hrubý profil raženého díla (m^2)
 f Koeficient Protodjakonova

c) dle Ibrajeva

$$q_{stř} = \frac{\sqrt{f} - a \cdot \sqrt{F_{hr}}}{t} = \frac{\sqrt{5} - 0,25 \cdot \sqrt{10,6}}{1,2} = 1,2 kg \cdot m^{-3}$$

a Koeficient díla – volím 0,25
 t Koeficient pracovní schopnosti trhaviny – volím 1,2

d) dle Pokrovského

$$q_{stř} = s_1 \cdot s_2 \cdot n \cdot e = 0,5 \cdot 0,8 \cdot 2 \cdot 1,13 = 0,9 kg \cdot m^{-3}$$

s_1 Součinitel rozpojitelnosti horniny
 $s_1 = 0,1 \cdot f = 0,1 \cdot 5 = 0,5$
 s_2 Součinitel struktury horniny – volím 0,8
 n Součinitel upnutí horniny
 $n = \frac{6,5}{\sqrt{F_{hr}}} = \frac{6,5}{\sqrt{10,6}} = 2$
 e Koeficient pracovní schopnosti trhaviny
 $e = \frac{400}{R} = \frac{400}{355} = 1,13$
 R pracovní schopnost v Trauzlově válci

e) dle Čuprunova

$$q_{stř} = m \cdot \left(\frac{0,6 \cdot e \cdot \sqrt{f}}{\sqrt{x}} - 0,05 \cdot \sqrt{f \cdot F_{hr}} \right) = 1 \cdot \left(\frac{0,6 \cdot 1,03 \cdot \sqrt{5}}{\sqrt{0,78}} - 0,05 \cdot \sqrt{5 \cdot 10,6} \right) = 1,2 kg \cdot m^{-3}$$

m Koeficient vlivu počtu volných ploch – volím 1,0
 x Koeficient vlivu průměru náložky
 $x = \frac{d_n}{32} = \frac{25}{32} = 0,78$
 d_n průměr náložky (mm)

f) dle Lagenforse

$$q_{stř} = \frac{14}{F_{hr} + 0,8} = \frac{14}{10,6 + 0,8} = 1,2 kg \cdot m^{-3}$$

g) dle VVUÚ Radvanice

$$q_{stř} = 2,16 \cdot m \cdot b \cdot c \cdot e \cdot k = 2,16 \cdot 2,43 \cdot 0,311 \cdot 0,643 \cdot 0,84 \cdot 1,025 = 0,9 kg \cdot m^{-3}$$

M	.....	Koeficient pevnosti horniny
B	.....	Koeficient velikosti profilu díla
C	.....	Koeficient průměru náložky trhaviny
E	.....	Koeficient pracovní schopnosti trhaviny
K	.....	Koeficient vlivu hustoty trhaviny

h) dle MHD

$$q_{stř} = q_t \cdot x \cdot y = 1,1 \cdot 1 \cdot 1,1 = 1,21 kg \cdot m^{-3}$$

q _t	.....	Základní měrná spotřeba trhaviny
X	.....	Koeficient struktury horniny v čelbě
Y	.....	Koeficient charakteru horniny

i) dle VŠB

$$q_{stř} = \left(\sqrt{f} + a \cdot \sqrt{F_{hr}} \right) \cdot \left(0,17 + \frac{67}{R_T} \right) \cdot z_{sk} = \left(\sqrt{5} + 0,25 \cdot \sqrt{10,6} \right) \cdot \left(0,17 + \frac{67}{390} \right) \cdot 1,5 = 1,6 kg \cdot m^{-3}$$

A	Koeficient úklonu díla
---	-------	------------------------

j) průměrná hodnota střední specifické spotřeby

$$q_{stř} = \frac{\sum q_{stř}}{n} = \underline{\underline{1,1 kg \cdot m^{-3}}}$$

10. Výpočet měrné spotřeby v zálomu q_z

$$V_z = \frac{2 \cdot R + x}{2} \cdot z_z \cdot \sum a = \frac{2 \cdot 1 + 0,15}{2} \cdot 2,2 \cdot 2 \cdot 0,5 = 1,9 m^3$$

V _z	.....	Objem zálomové dutiny
A	.....	Vzdálenost zálomových vrtů

$$q_z = \frac{q_{stř} \cdot F_{hr} \cdot z_z}{V_z + 0,6 \cdot (F_{hr} \cdot z_z - V_z)} = \frac{1,1 \cdot 10,6 \cdot 2,2}{1,9 + 0,6 \cdot (10,6 \cdot 2,2 - 1,9)} = 1,7 kg \cdot m^{-3}$$

11. Výpočet měrné spotřeby v pomocných vývrtech q_p

$$q_p = 0,6 \cdot q_z = 0,6 \cdot 1,7 = 1 kg \cdot m^{-3}$$

12. Celková hmotnost trhaviny v zálomu

$$Q_z = q_z \cdot V_z = 1,7 \cdot 1,9 = 3,23 \text{ kg}$$

13. Hmotnost nálože jednoho zálomového vývrtu

$$Q_{1,z} = \frac{Q_z}{N_z} = \frac{3,23}{4} = 0,8 \text{ kg/lvývrt}$$

- náložka se nesmí dělit \Rightarrow

$$Q_{1,z,opr} = 0,84 \text{ kg/lvývrt} \rightarrow 7 \text{ náložek}$$

- délka zálomové nálože

$$l_{náložky} = 0,1 \text{ m}$$

- délka zálomové nálože nesmí překročit 40% zálomového vývrtu

$$l_{náložky} \cdot N < 0,4 \cdot l_z$$

$$0,1 \cdot 7 < 0,4 \cdot 2,4$$

$$0,7 < 0,96 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

14. Opravená hmotnost trhaviny v zálomu

$$Q_z = N_z \cdot Q_{1,z,opr} = 4 \cdot 0,8 = 3,2 \text{ kg}$$

15. Celkový počet vývrtů na čelbě

a) dle Protodjakonova I

$$N_c = 2,7 \cdot \sqrt{\frac{f}{F_{hr}}} \cdot F_{hr} = 2,7 \cdot \sqrt{\frac{5}{10,6}} \cdot 10,6 = 20$$

b) dle Protodjakonova II

$$N_c = \left(\sqrt{0,2 \cdot f} + \frac{1}{\sqrt{F_{hr}}} \right)^2 \cdot F_{hr} = \left(\sqrt{0,2 \cdot 5} + \frac{1}{\sqrt{10,6}} \right)^2 \cdot 10,6 = 18$$

c) dle Bogolomova

$$N_c = 2,3 \cdot \sqrt{\frac{f}{F_{hr}}} \cdot F_{hr} = 2,3 \cdot \sqrt{\frac{5}{10,6}} \cdot 10,6 = 17$$

d) dle koeficientu nabití vývrtu

$$N_c = \frac{4 \cdot q_{stř} \cdot F_{hr}}{\pi \cdot d_n^2 \cdot \rho \cdot k_n} = \frac{4 \cdot 1,1 \cdot 10,6}{\pi \cdot 0,022^2 \cdot 1350 \cdot 0,55} = 41$$

d_n	.....	Průměr náložky
k_n	.....	Koeficient nabití vývrtu
P	.....	Náložová hustota

e) počet vývrtů na čelbě

$$N_c = \frac{\sum N_c}{4} = \underline{\underline{24 \cong 19}}$$

16. Počet pomocných vývrtů

$$N_p = N_c - N_z = 19 - 4 = 15$$

17. Nálož jednoho pomocného vývrtu

$$Q_{1,p} = \frac{q_p \cdot V_p}{N_p} = \frac{1 \cdot 21,4}{15} = 1,1kg \rightarrow Q_{1,p,oprav} = 1,32kg \dots \dots \dots 1 \text{ náložek}$$

$$l_{vývrtu} - l_{náložek} > 0,4m$$

$$l_p - 1,1 > 0,4$$

$$2,1 - 1,1 > 0,4$$

$$1 > 0,4 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

18. Celková hmotnost trhaviny v pomocných vývrtech

$$Q_p = N_p \cdot Q_{1,p,oprav} = 15 \cdot 1,32 = 19,8kg$$

19. Celková hmotnost trhaviny

$$Q_c = Q_z + Q_p = 3,2 + 19,8 = 23kg$$

20. Rozmístění pomocných vývrtů na čelbě

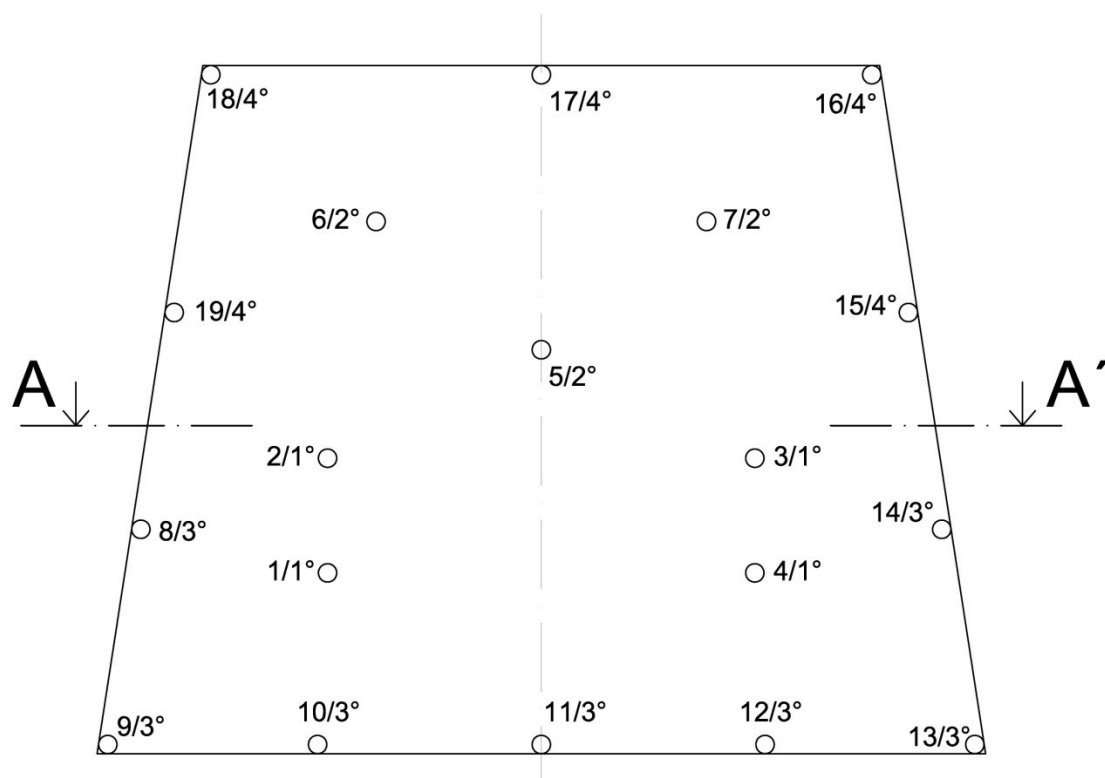
$$W_{\max} = \sqrt{\frac{l}{q_p}} = \sqrt{\frac{0,9}{1,1}} = 0,9m$$

l...hmotnost náložek o délce 1m

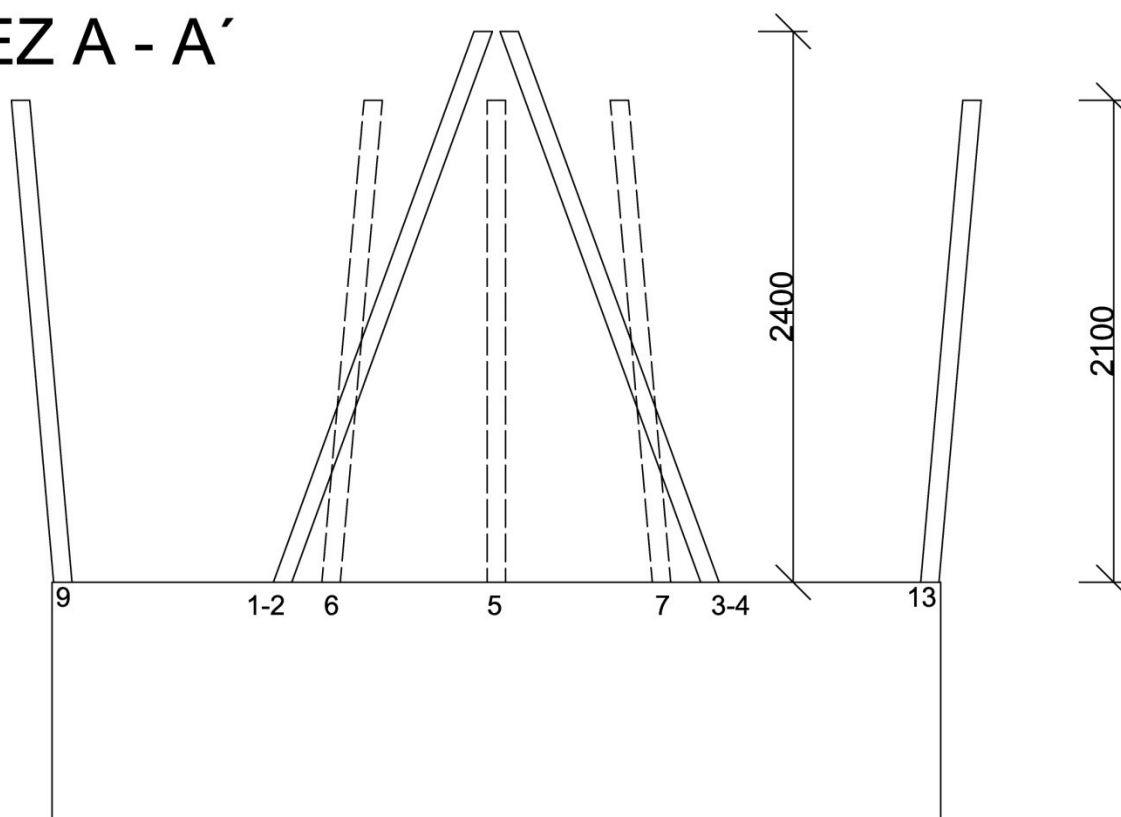
Rozmístění podle následujících zásad:

- Maximální rozteč obrysových vývrtů při počvě díla: (0,81 – 0,99)m
- Max. rozteč obrysových vývrtů na bocích a ve stropě díla: (0,9– 0,99)m
- Max. záběr obrysových vývrtů při počvě díla: (0,72– 0,81)m
- Max. záběr obrysových vývrtů na bocích a ve stropě díla: (0,81 – 0,9)m

4.2.1.1.2. Vrtné schéma



ŘEZ A - A'



Obr.11: Vrtné schéma

4.2.1.1.3. Návrh elektrického roznětu

Odpor hlavního roznětného vedení

r_o	0,022	$\Omega.m^{-1}$
L	100	m
$R_{hv} =$	4,4	Ω

Odpor jedné rozbušky

Rozbushka typ: **SICCA**

R_m	0,2	Ω
r_o	0,0925	$\Omega.m^{-1}$
L	2	M
$R_1 =$	0,570	Ω

N	19	Ks
R_p	11	Ω
$L_{akt} =$	50	$mJ.\Omega^{-1}$

Navržená kondenzátorová roznětnice

Roznětnice **RKA-2**

U	1700	V
C	8,00E-06	F

Jistota roznětu

n	1	Sériový roznět
V	0,004	s
τ	0,00012184	
$L_z =$	759,028	$mJ.\Omega^{-1}$

Posouzení jistoty roznětu:

Návrh elektrického roznětu vyhovuje

4.2.1.1.4. Pasport trhavých prací

1	Profil díla		LB-0-06
2	Hrubý profil = Fhr	m ²	10,6
3	Výlom	m ³	22,3
4	Typ zálomu		Sbíhavý, klínový
5	Zabírka	m	2,1
6	Počet vývrtů		19
7	Průměr vývrtů	mm	28
8	Celková délka všech vývrtů	m	51,1
9	Typ trhaviny		PERUNIT 28
10	Celková hmotnost trhaviny	kg	23
11	Typ rozbušek		DeD, SICCA
12	Celkový počet rozbušek	ks	19
13	Ucpávka		Jíl
14	Typ roznětu, roznětnice, ohmmetr		Elektr., RKA-2, DO 200/200
15	Zapojení při elektrické roznětu		Sériové
16	Manipulační a bezpečnostní okruh	m	10,5

Číslo vývrtu	Průměr vývrtu (mm)	Délka vývrtu	Úhel k čelbě	Trhavina	Rozbušky	Průměr nálože	Hmotnost trhaviny (kg/vrt)	Časový stupeň	Druh vrtu
1-4	22	2,4	70°	PERUNIT 28	DeD, SICCA	22	0,8	1°	Zálom
5-7	22	2,1	90°				1,32	2°	Přibírkové
8-14	22	2,1	85°				1,32	3°	Obrysové
15-19	22	2,1	85°				1,32	4°	Obrysové

Celkem k odpalu je **19 ks** rozbušek a **23 kg** trhaviny.

4.2.1.2. Výztuž

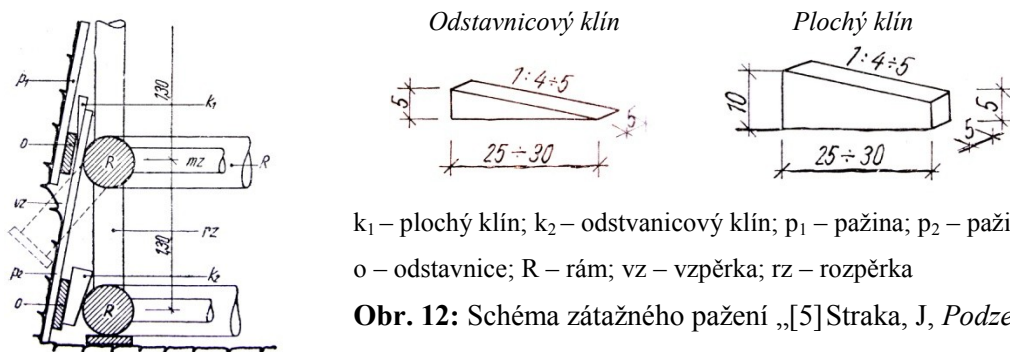
Bude použita lichoběžníková ocelová výztuž, viz Příloha 2. Rozteč veřejí – 1 m.

4.2.1.3. Nežádoucí účinky trhacích prací

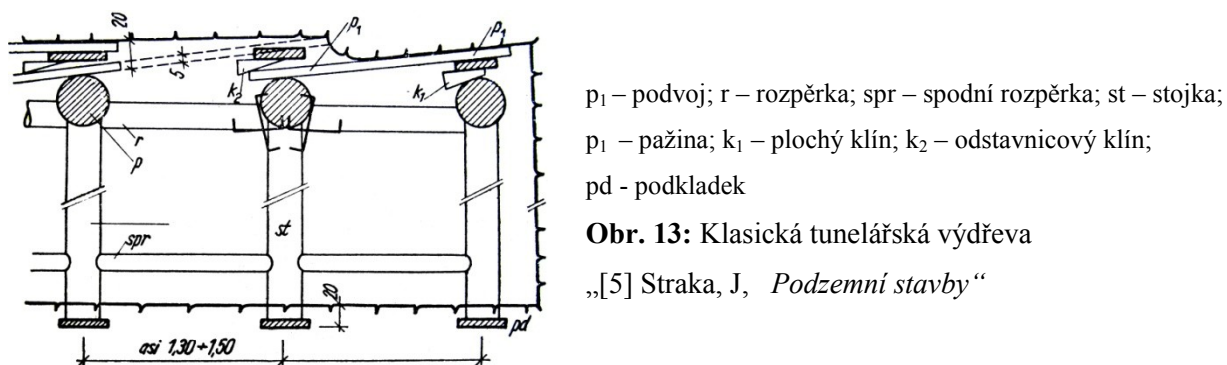
Dojde-li k překročení stanoveného limitu rychlosti kmitání bude technologie trhacích prací upravena konkrétním horninovým podmínkám na čelbě, úpravy náloží dle seismických měření. Seismické měření bude provedeno při zahájení TP, tzn. při zkušebním odstřelu a po postupu o další 3 - 4 m na základě doporučení a hodnocení výsledku měření zkušebního odstřelu, a dále průběžně při ražbě pomocí TP. Limitní hodnota rychlosti kmitání je s ohledem na zařazení kulturní památky Jeroným mezi objekty ve zvláštní památkové péči ve třídě odolnosti A, třídě významu objektu L, se stupněm poškození 0, v pevných horninách, stanovena 10 mm/s pro obor frekvence otřesu nad 50 Hz.

4.2.2. Ražení v soudržných sedimentech a závalech

Bude použito zátažné pažení. Zátažné pažení má dvě hlavní části, jedná se o roubení a výdřevu. Dílčí prvky roubení zátažného pažení jsou na obr. 12. Nosné vodorovné rámy R po obvodu jámy jsou od sebe vzdálené řádově 1,3 - 1,5 m. Za ně jsou pak zataženy dvě řady pažin p_1 a p_2 s odstavnicí o a uklínovány odstavnicovým klínem k_1 nebo plochým klínem k_2 . Plochý klín je utažený mezi spodní pažinu a odstavnicí, zajišťuje utahnutí spodního konce horní pažiny a páčí současně přes rám horní konec spodní pažiny, čímž je spodní konec této pažiny tlačěn do horniny. Zatažení další řady pažin za další osazený rám umožňuje manipulaci s klíny. Základním předpokladem zátažného pažení je dočasná stabilita výkopu na výšku rovnou vzdálenosti trámů, tj. asi 1,5 m, než se osadí rám a zatáhnou pažiny.



Otočením výše popsaného zátažného pažení o 90° získáme schéma klasické tunelářské výdřevy, viz obr. 13. Systém dvou pažin s odstavníci a klínem zůstává i pro výdřevu štoly, pouze místo předchozího nosného prvku „rámu“ vznikne nový tvar tohoto prvku – veřej, která je kolmá k ose štoly.



4.2.2.1 Rozpojování ruční

Předpokládaná zabírka - 0,5 m. Rozpojení proběhne pomocí sbíjecího kladiva SK-13B.

Technické parametry:

Hmotnost [kg]	13
Rozměry $\text{š} \times \text{d}$ [mm]	236×612
Spotřeba vzduchu [$\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$]	0,9
Stopka nástroje [mm]	$\varnothing 25 \times 75$
Provozní tlak vzduchu [bar]	4-7
Připojovací závit	R $\frac{3}{4}$ "



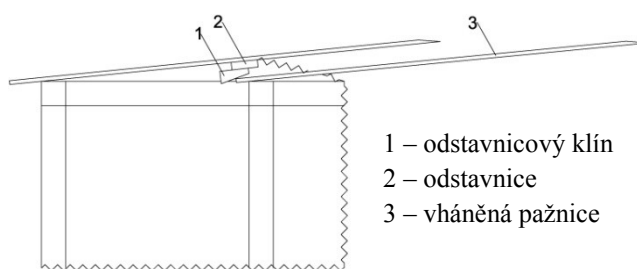
Obr. 14: Sbíjecí kladivo SK-13B

4.2.2.2. Výztuž

Bude použita lichoběžníková ocelová výztuž, viz Příloha 2. Rozteč veřejí – 0,5 m.

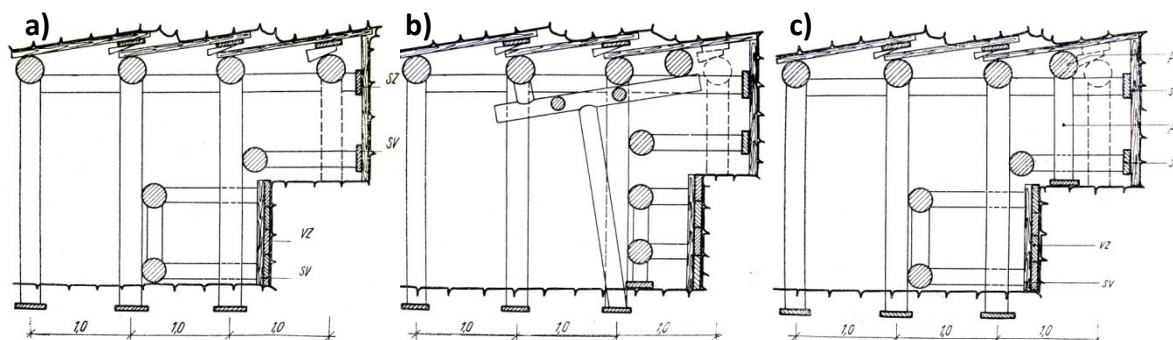
4.2.3. Ražení ve ztekucených sedimentech

V tomto případě volíme opatrnější postup, při kterém použijeme hnané pažení znázorněné na obr. 15. Ocelovou pažnici vháníme do masivu, o který se opře, vybereme horninu, postavíme další veřej a další ocelovou pažnici vháníme do horniny.



Obr. 15: Hnané pažení

Případně bude nutno čílkovat čelbu, tzn. čelbu pažit a otvírat ji po částech, stupňovitě. Během stupňovitého otvírání pažíme čelbu vodorovnými nebo svislými zahrazovačkami na obr. 16a), opíráme je pomocí svlaků a podélných rozpěrek o příčně položenou kulatinu, opřenou o stojky předchozí veřeje. Bude-li hornina nesoudržná tak, že se ve stropě neudrží, musíme pažiny zahánět a provizorně podepřít pomocným podvojem na obr. 16b), než zachytíme volné konce pažin konečným podvojem veřeje. Podobné zajištění v přidi pomocí krakorcovitě vyložených podvlaků je znázorněno na obr. 16c).



SZ – svislé zahrazovačky; SV – svlaky; VZ – vodorovné zahrazovačky; pp – pomocný podvoj;
ps – pomocné stojky;

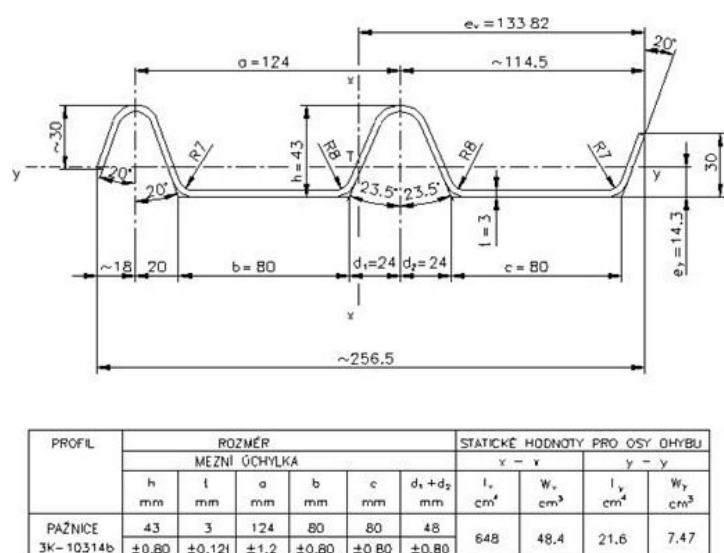
Obr.16: Čílkování „[5] Straka, J, Podzemní stavby“

4.2.3.1. Rozpojování ruční

Rozpojení proběhne pomocí ručních nástrojů (krumpáč, lopata).

4.2.3.2. Výztuž

Bude použita lichoběžníková ocelová výztuž, viz Příloha 2. Rozteč veřejí – 0,5 m. Bude použito hnané pažení z pažnic Union typ – 3K-10314b (délka 2m), viz obr. 17. Po vyražení 1 m se zažene pažnice opět na vzdálenost 2 m.



Obr. 17: Pažnice Union

4.2.4. Odkliz horniny

- Nakládání
- Odtěžení

Odkliz rubaniny proběhne kolejově, přehazovacím nakladačem do vozů. Kolej bude vedena z raženého překopu do komory K2 a dále novou dědičnou štolou Jeroným, kde se napojí na již stávající koleje. Samozřejmě stávající díla, na které navazuje nově ražený překop, bude nutno upravit.



Obr. 18: Dědičná štola Jeroným, foto: Jaroslav Zdvořák

4.2.4.1. Nakládání

Lopatový přehazovací nakladač na kolejovém podvozku pro přímé nakládání do vozů (se vzduchovým pohonem).

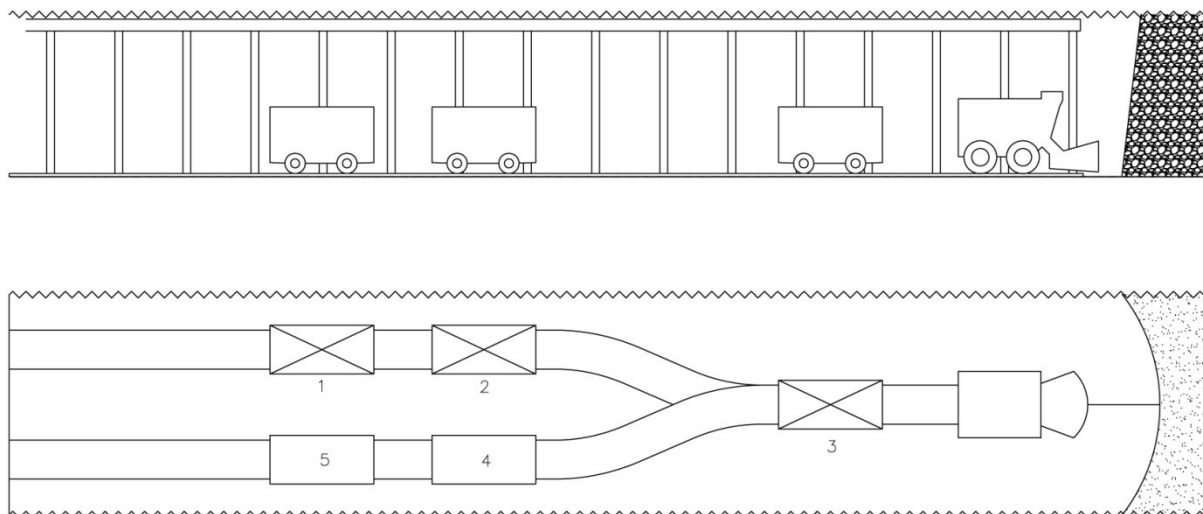
Typ přehazovacího nakladače	Objem lopaty (m ³)	Pracovních cyklů za minutu	Max šířka stroje (m)	Max výška stroje (m)	Max délka stroje (m)
NL – 12V	250	2,5 - 4	1,025	2,025	1,995

4.2.4.2. Odtěžení

Pomocí kolejových vozů s pevnou korbou.

Typ vozu	Objem (m ³)	Šířka (mm)	Výška (mm)	Délka (mm)	Rozvor (mm)	Rozchod (mm)
JDV 0,90.1	0,9	750	1230	1600	400	600

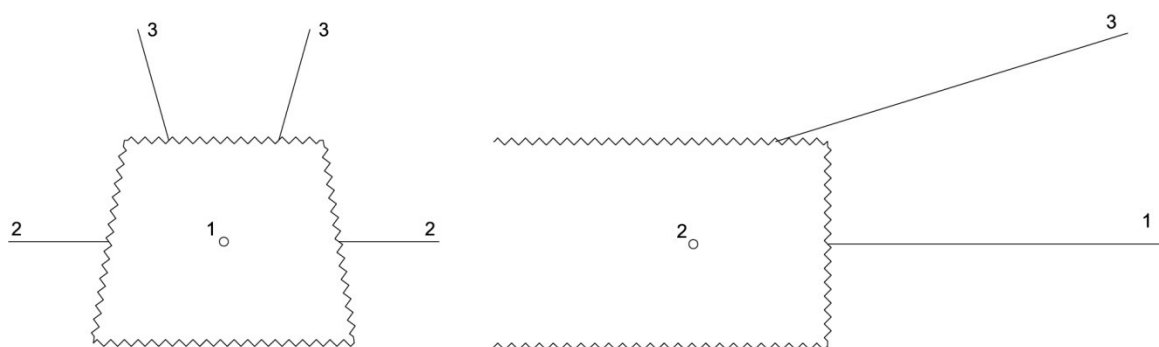
4.2.4.3. Schéma odklizu



Obr. 19: Schéma odklizu

4.3. Ochrana před průvaly vod a ztekucených hornin

Předvrty v ose ražby a do nadloží (stropu) a boků překopu. Délka předvrtu v ose díla bude 10 m, tzn. vzdálenost 5 zabírek (délka jedné zabírky cca 2 m). Vždy po vyražení tří zabírek se délka prodlouží na 10 m. Provedeny budou 2 předvrty a 2 šikmo dovrchně, viz obr. 19.



1- ve směru čelby, prodlužuje se (délka 10 m), 2- boční (délka 2 m), 3 - dovrchní (délka 6 m)

Obr. 20: Předvrty

4.4. Odvodnění při ražbě překopu

Odvodnění se provede gravitační, novou stružkou provedenou v počvě raženého dovrchního překopu, chodbou přes komoru K2 do stávající jímky a odvodňovací stružky, zrekonstruované odvodňovací štolý Jeroným, dále do Chalupeckého potoka. Předpolí čelby raženého překopu bude zajišťováno v předstihu předvrtem. V případě velkého přítoku vody bude čelba doplněna o 2 předvrty Ø 36-40 mm. Po ražbě se odvodňovací stružka osadí drenážní trubkou ve štěrkovém loži se štěrkovým obsypem a zásypem frakce 4/8 až 8/16 mm. V místech nestabilní měkké počvy, tzn. v úseku zmáhání závalů a naplavenin NDD spojovacího překopu, bude odvodňovací stružka vybetonována v betonovém loži pro zamezení průsaků důlních vod do počvy překopu a NDD. Variantně bude stružka z PVC uložena v betonovém loži. V místě zarážkového bodu spojovacího překopu v kontaktní komoře je doporučeno vybudovat provizorní vodní jímku jako zdroj technologické vody pro zkrápění, vrtné práce s vodním výplachem a tlakové čištění stěn důlních děl.

4.5. Větrání

Větrání přístupových cest, komory K2 a dopravních cest je zajištěno průchozím větrným proudem mezi odvodňovací štolou Jeroným a jámou Jeroným (ODD). Lutny budou zavěšeny na řetězových závěsech na výztuži štolý, případně pomocí závěsných svorníků. Před vlastní ražbou spojovacího překopu je nezbytné pro zajištění správné funkce průchozího větrného proudu přetěsnit stávající větrný objekt v odvodňovací štole nebo vybudovat nový. Větrání pracoviště čelby spojovacího překopu bude zajištěno separátním větráním zajištěné lutnovým tahem. Lutnový tah s ventilátorem bude osazen do průchozího větrného proudu. Průchozí větrný proud bude zajištěn hlavním ventilátorem a záložním ventilátorem umístěných v dědičné štole Jeroným (ODD). Osadit nový hlavní ventilátor (hlavní ventilátor průchozího větrání) s obezděnými izolačními dveřmi a zatěsněním základky mezi pažením a výrubem štolý. Dále je nezbytné v rámci zařízení staveniště zajistit prodloužení luten a napájení přivedeným kabelovým vedením.

4.6. Osvětlení při ražbě překopu

Budou použita osobní důlní svítidla, která budou mít všichni pracovníci v podzemí s halogenovým osvětlením pracovišť, napájených přivedeným kabelovým vedením.

4.7. Únikové a přístupové cesty

V komplexu SDD slouží jako přístupová a úniková cesta štola na povrchu u silnice (Barochův portál) a nová jáma (Šefrnova jáma) u propadu „Velké pinky“ (hloubka 24 m). Při realizaci spojovacího překopu v části SDD pak jako přístupová a úniková cesta slouží dědičná štola Jeroným (délka 400 m) a jáma Jeroným (hloubka cca 30 m).

4.8. Zajištění energií

Elektrická energie bude přivedena kabelovým vedením. V případě dočasného přívodu štolou Jeroným nebo jámou Jeroným do nově instalované rozvodné skříně umístěné v SZ části komory K2, která je jištěná proudovým chráničem v rámci zařízení staveniště. Podobný návrh vedení bude v komplexu SDD, kde bude použito nové jámy a stávajících rozvodů v ní. Stlačený vzduch bude přiveden jámou Jeroným od kompresoru umístěného na ohlubni jámy.

5. Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Dle vyjádření OBÚ Sokolov jsou práce na zpřístupnění SDD nebo trvale opuštěných důlních děl činností prováděnou hornickým způsobem, která podléhá stavebnímu povolení.

- Tuto činnost může projektovat a provádět pouze organizace s oprávněním vydaném příslušným OBÚ a to dle § 3, písm. h) zákona č. 61/1988 Sb. v platném znění.

- Musí být dodržována příslušná ustanovení vyhlášky ČBÚ č. 55/1996 Sb. o požadavcích k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a bezpečnosti provozu při činnosti prováděné hornickým způsobem v podzemí.
- Dále musí být dodržována příslušná ustanovení zákona č.61/1988 Sb. o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě v platném znění.
- Musí být dodržována příslušná ustanovení vyhlášky ČBÚ č. 72/1988 Sb. o používání výbušnin.
- Musí být dodržována příslušná ustanovení vyhlášky ČBÚ č. 75/2002 Sb. o bezpečnosti provozu elektrických technických zařízení používaných při hornické činnosti a činnosti prováděné hornickým způsobem.
- Musí být dodržována příslušná ustanovení vyhlášky ČBÚ č. 392/2003 Sb. o bezpečnosti provozu technických zařízení a o požadavcích na vyhrazená technická zařízení tlaková, zdvihací a plynová při hornické činnosti a činnosti prováděné hornickým způsobem.
- Zaměstnanci musí používat předepsané osobní ochranné pracovní prostředky.
- Zaměstnanci musí být před zahájením prací seznámeni s projektem, technologickým postupem a s příslušnými bezpečnostními předpisy, zejména s výše uvedenými.

Osvětlení: V podzemí musí být všichni pracovníci vybaveni osobními svítilny.

Větrání: Zajištěno pomocí separátního větrání s lutnovým tahem a lutnovým ventilátorem.

Měření škodlivin v důlním ovzduší: Četnost měření: vždy před zahájením prací v dole, v případě přerušení prací na dobu delší než 30 dnů; vždy a ihned nově objevené prostory, v průběhu prací vždy po čekací lhůtě TP pomocí přenosného ručního přístroje k měření koncentrace důlních plynů

- Místa měření: aktivní pracoviště (zejména při ražbě překopu), koridory, místa výdechů
- Měření obsahu: O₂ , CO₂ , CO, NO+NO₂ , dále: vlhkost, teplota, rychlost a směr větru

O výsledcích kontrol složení důlního ovzduší budou zhotoveny záznamy do stavebního deníku. V případě, že obsah škodlivin překročí stanovené parametry (CO 0,003%; CO₂ 1,0%; NO+NO₂ 0,00076%) a obsah kyslíku poklesne pod 20 %, musí být práce zastaveny do doby obnovení požadovaného složení důlního ovzduší.

Odvodnění: Zajištěno odvodňovací stružkou s odvodem do Chalupeckého potoka.

Doprava a chůze: Pouze vodorovná doprava materiálu a rubaniny štolou pomocí vozů. Chůze do podzemí štolou a lezným oddělením jámy Jeroným. Přístup na pracoviště zčištěnými chodbami.

Ochranné pomůcky: Pracovníci v podzemí musí být vybaveni přilbami, osobním svítlidlem, sebezáchranným přístrojem, silným pracovním oděvem, při práci se sbíjecími kladivy rukavicemi.

Trhací práce: Budou dodržena všechna opatření stanovená technologickým postupem TP.

6. Závěr

- Návrh ražení
- Zvláštní podmínky, kontrola
- Podzemní laboratoř a výzkumné pracoviště

6.1. Návrh ražení

Výše uvedené intervaly staničení geotechnických rozhraní (výskytu neznámých důlních děl) je nutné považovat za orientační, jež vycházejí z interpretace bodových informací získaných z průzkumných vrtů a znázorněných v Příloze 2. Ve skutečnosti se výskyt, rozsah a staničení neznámých důlních děl v trase spojovacího překopu mohou lišit. Kromě ověřených komor a neznámých důlních děl lze v průběhu ražeb očekávat naražení dalších spíše zvodněných neznámých důlních děl. Nebezpečí průvalu vod a bahnin (zvodněných jílovito-písčitých sedimentů) při ražbě tohoto překopu je vysoké. Proto je ražba navržena s realizací bezpečnostních předvrtů jak v čelbě, tak v bocích a do nadloží. Z prováděných průzkumných předvrtů při ražbě bude třeba zvážit úpravu použitých technologií a razících postupů.

6.2. Zvláštní podmínky, kontrola

Během realizace bude veden stavební deník, do něj budou zapisovány s časovou posloupností všechny podstatné informace o postupu a průběhu prací, časovém harmonogramu prací, stavu pracovníků a dalších náležitostech. Vedoucí celé pracovní skupiny zodpovídá za vedení stavebního deníku. S ohledem k požadavkům na stupeň bezpečnosti, k celkové specifčnosti řešené problematiky a šetrnosti provádění prací v národní kulturní památce, budou všechny práce prováděny za stálého geotechnického dozoru a bude za něj zodpovídat pověřený geotechnik. Geotechnik provádějící na stavbě geotechnický dozor bude průběžně vyhodnocovat stav důlních děl, okamžitě reagovat na vzniklé situace a navrhnout nezbytná opatření. Zjištěné skutečnosti budou uvedeny do stavebního deníku. V případě nutnosti změn bude konzultovat postup prací s projektantem, závodním a následně s investorem. Vzhledem k historické hodnotě důlních děl a jejich situaci v ochranném pásmu kulturní památky, musí být při realizaci bezpodmínečně respektován charakter starých důlních děl a musí se vyloučit jakékoliv nebezpečí poškození těchto důlních děl, a tím znehodnocení kulturní památky nebo její části.

6.3. Podzemní laboratoř a výzkumné pracoviště

Podzemní prostory středověkého a historicky významného Dolu Jeroným se přímo nabízejí k využití pro účely vědeckého výzkumu a průzkumu. Je bezpodmínečně nutné zařídit, aby podmínky provozu dolu umožňovaly vybrané podzemní prostory využívat jako přírodní podzemní laboratoře pro účely a potřeby výzkumných ústavů, Akademie věd ČR, vysokých škol geologického a technického směru, případně odborných organizací. Provoz monitorovacího systému tak může být realizován za účasti těchto institucí s využitím získaných poznatků, měření a zkušeností při výuce a v praxi. K účelu experimentální geotechniky mohou být vyčleněny i některé nepřístupné části dolu k provádění výzkumných prací, měření a provádění geotechnických zkoušek.

6.4. Ukázka důlních prostor



Obr. 21: Ukázka důlních prostor dolu Jeroným, foto: Jaroslav Zdvořák



Obr. 22: Ukázka důlních prostor dolu Jeroným, foto: Jaroslav Zdvořák

Seznam použité literatury:

- [1] Exner, K., *Návody ke cvičení z předmětu ražení důlních děl*, Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 1990
- [2] Exner, K., *Ražení důlních děl I*, Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 1991
- [3] Horký, J., Kořínek, R., *Návody ke cvičením z trhacích prací*, Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 1981
- [5] Straka, J., *Podzemní stavby*, Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1966
- [6] Žůrek, P., a kolektiv *Historický Důl Jeroným v Čisté*, Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, 2008
- [7] ARCADIS Geotechnika a.s., *Inženýrsko – geologický průzkum*, Praha: 2010

Seznam příloh:

- [1] Inženýrsko – geologický průzkum
- [2] Příčný řez a výztuž

Poděkování:

Děkuji vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Robertu Kořínkovi, CSc. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

V Ostravě dne

.....

(podpis autora)